

KONDISI TANAH DAN PREDIKSI UMUR TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH TPA BANTAR GEBANG, BEKASI

Sri Nuryani, Azwar Maas, Nasih Widya Yuwono, Siti Kabirun dan Ruly Eko Kusumo

Fakultas Pertanian UGM

Di Indonesia proses penimbunan limbah kota umumnya berupa ruang terbuka yang dalam proses degradasinya belum menggunakan teknologi bioremediasi. Kegiatan jasad alami (*indogeneous*) menghasilkan bahan terlarutkan dan bahan padatan (organik dan non organik) yang dapat berengaruh terhadap lingkungan. Keberadaan bahan terlarutkan (*leachate*) yang berhubungan langsung dengan tanah akan dapat bergerak secara lateral maupun vertikal yang kecepatannya ditentukan oleh watak fisika tanah. Komposisi bahan terlarut juga akan berubah selama bergerak, baik melalui perombakan lanjutan maupun dijerap oleh koloidal tanah. Paper ini membahas proses-proses yang terjadi dalam TPA, upaya mengelolanya dengan mengambil studi kasus di TPA Bantar Gebang Bekasi dengan menitikberatkan kondisi tanah dan prediksi umur TPA.

In Indonesia process the conglomeration of town waste generally in the form of air-gap which is in course of degradasinya not yet used the technology bioremediasi. natural Physic activity (*indogeneous*) yield the materials dissolved and solid materials (anorganic and organic) able to have an effect on to environment. Materials existence dissolved (direct corresponding leachate) with the land;ground will be able to make a move by lateral and also vertical [is] which its speed [is] determined by character of land;ground physics. dissolve Materials composition also will change during moving, either through degradation of continuation and also fixed by colloidal land;ground. This Paper study the processs that happened in TPA, strive to manage [it] by taking case study [in] TPA Bantar Gebang Bekasi by stressing on condition of land;ground and prediction of old age TPA.

Kata kunci : sampah, pengelolaan, air lindi, kondisi tanah, prediksi umur TPA

Key word : waste, management, leachate, soil condition, sanitary landfill old age prediction

PENDAHULUAN

Sampah sebagai bagian sisa aktifitas kehidupan manusia dan lingkungan, banyak membawa permasalahan. Dari sebagian sampah yang dihasilkan tersebut, ternyata tidak semuanya mampu diatasi/ diangkut/ dibersihkan manusia dari lingkungan hidupnya (Azwar, 1985), sehingga akan menimbulkan :

(1). Sampah yang berasal dari berbagai sumber terutama dari pemukiman sebagian besar berupa sisa makanan, daun-daunan dan sisa buah-buahan mudah mengalami proses pembusukan. Sampah-sampah jenis

ini dapat menjadi sumber pembiakan penyakit maupun sumber inang perantara penyakit bermasalah bagi kesehatan manusia maupun lingkungannya. Disamping itu sampah yang membusuk akan mengeluarkan bau yang sangat mengganggu,

(2) Dari segi keindahan, adanya sampah yang berserakan atau bahkan menggunung, menjadikan lingkungan tersebut tidak sedap dipandang mata, bahkan secara umum akan mengurangi keindahan kota,

- (3) Sampah yang berceceran, bisa saja akan masuk ke dalam badan-badan air, yang akan menambah luas daerah cekaman pencemaran,
- (4) Sampah yang dibiarkan menggunung, dapat saja menghasilkan air limpasan yang sangat mengganggu maupun mengeluarkan gas atau panas yang juga sangat mengganggu.

Kepadatan sampah dipengaruhi oleh komposisi sampah. Pada negara industri maju seperti Amerika Serikat, kepadatan sampah berkisar antara 100-150 kg/m³. Di Indonesia, kepadatan sampahnya bervariasi dari 250-500 kg/m³ (Lembaga Penelitian ITB, 1989). Sedangkan kepadatan sampah di Jakarta adalah 259 kg/m³ (Cointreau, 1982). Kepadatan sampah ini tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Pemda DKI Jakarta bekerja sama

dengan JICA yakni sebesar 220-225 kg/m³, termasuk sampah jalanan, sampah pasar serta sampah dari daerah komersial dan industrial (Dinas Kebersihan DKI Jakarta, 1990). Pada Tabel 4 disajikan kepadatan sampah di DKI Jakarta tahun 1990 dan tahun 2005. Hasil ini sedikit berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Overseas development Agency (ODA) pada tahun 1990, yang menyatakan bahwa sampah domestik dan pasar memiliki kepadatan 300 kg/m³ (ODA, 1990).

Selain dipengaruhi oleh komposisi sampah, kepadatan sampah juga dipengaruhi oleh iklim. Karena komponen sampah akan menahan air pada musim hujan, maka sampah akan bertambah berat yang disebabkan oleh komponen sampah yang semakin memadat.

Tabel 1. Kepadatan Sampah di DKI Jakarta tahun 1990 dan 2005

Uraian	Tahun 1990	Tahun 2005
Populasi DKI Jakarta	8.500.000 jiwa	12.800.000 jiwa
Produksi sampah/hari	4150 ton	6920 ton
Kepadatan sampah	220-250 kg/m ³	200 kg/m ³

Dinas Kebersihan Jakarta (1989/1990)

PENGELOLAAN SAMPAH

Pengelolaan limbah domestik (sampah) yang dilakukan oleh kota-kota di Indonesia sampai saat ini belum dapat diperoleh hasil yang optimal. Berbagai kendala masih dihadapi dalam melaksanakan pengelolaan sampah tersebut, baik kendala yang bersifat ekonomis, sosial budaya, dan juga dalam penerapan teknologi. Jenis sampah yang dihasilkan yang lebih banyak berupa sampah basah juga merupakan kendala tersendiri yang dihadapi oleh kota-kota di Indonesia dalam menangani masalah sampah. Dengan jenis sampah basah, maka dampak pencemaran yang ditimbulkan

akan lebih besar karena pembusukan yang terjadi dapat mengeluarkan *leachate* yang dapat mencemari sumber air, dan menimbulkan kebauan serta estetika (Asisten Deputi Urusan Limbah Domestik Kementerian Lingkungan Hidup, 2002).

Studi Kasus di Bantar Gebang, Bekasi Sistem Pengelolaan TPA

Menurut Soewedo (1983), pengelolaan sampah adalah perlakuan terhadap sampah guna memperkecil atau menghilangkan masalah-masalah yang berkaitan dengan lingkungan. Komponen sampah padat, umumnya sangat bervariasi). Sebagai bahan

perbandingan komponen sampah di beberapa tempat pembuangan akhir (TPA) di Indonesia Indonesia dan Amerika disajikan pada tabel 2.

Proses Dekomposisi Sampah

Bahan organik pada *landfill* akan mengalami penguraian. Penguraian tersebut berlangsung melalui proses kimiawi dan biologis yang selanjutnya akan menghasilkan bahan padat, gas dan cairan. Secara garis besar bahan organik akan diuraikan dalam keadaan lingkungan yang beroksigen (*aerobic*)

dan atau keadaan tanpa oksigen (*anaerobic*).

TPA Bantar Gebang terletak di Desa Cikiwul, Desa Ciketing Udik dan Desa Sumur Batu, kabupaten Bekasi, Jawa Barat dengan luas keseluruhan 108 ha. TPA ini semula direncanakan dapat menerima buangan sampah 14.000 m³ per hari, namun pada kenyataannya bahkan lebih besar yakni sebesar 20.500 m³ per hari. Kelebihan jumlah bahan buangan yang melebihi kapasitas perencanaan ini berdampak pada umur pemanfaatan TPA.

Tabel 2. Perbandingan Komposisi Sampah di Indonesia dan Amerika

TPA Bandung		TPA Bantar Gebang		TPA Amerika	
Komponen	%	Komponen	%	Komponen	%
Bahan organik	73.8	Kertas	10.11	Kertas & karton	35.6
Kertas	7.5	Kayu/bambu	3.12	Kayu	4.1
Plastik	9.7	Kain & tekstil	2.45	Kain	2.0
Kain	1.9	Karet & kulit	0.55	Rumah tangga	20.1
Karet	0.9	Plastik	11.08	Plastik	7.3
Kulit		Logam	1.9	Logam	8.9
Kayu/bambu	1.8	Kaca	1.63	Kaca	8.4
Kaca	1.9	Baterai	0.28	Karet & kulit	2.8
Logam/besi	1.7	Tulang/telur	1.09	Makanan	8.9
Sirtu	1.8	Lain-lain	2.74	Lainnya	1.8
		Bahan organik	65.05		
Jumlah	100	Jumlah	100	Jumlah	100

Sumber: SEL TPA Sukamiskin (1999), Dinas Kebersihan DKI Jakarta (1999), Corson (1990)

Sampah yang dibuang ke TPA sebagian besar terdiri atas komponen sampah organik dan sebagian kecil anorganik. Sampah organik akan mengalami penguraian atau dekomposisi, yang menghasilkan bahan padat dan gas antara lain CO₂, CH₄ dan sebagian kecil H₂S. Hasil penguraian sampah lainnya adalah berupa asam-asam organik. Asam ini dapat mempengaruhi proses mineralisasi atau penguraian logam-logam yang ada di dalam sampah. Asam-asam organik ini dapat terbawa oleh air hujan menjadi air lindian (*leachate*) yang akan tertampung dalam

instalasi pengolahan akhir limbah (IPAL). Pengolahan air lindian ini akan sangat berpengaruh terhadap kualitas air permukaan.

Di sisi lain pengangkutan sampah ke TPA berdampak terhadap peningkatan volume sampah. Namun sampah tersebut akhirnya mengalami penyusutan, baik disebabkan oleh faktor dekomposisi, konsolidasi dan pemadatan oleh alat berat. Penyusutan volume sampah ini dapat terdeteksi dari laju penurunan volume sampah aktual dalam *landfill*. Sementara itu luas kawasan TPA adalah bersifat tetap dan dengan ketinggian sampah yang

diperbolehkan akan menentukan kapasitas terpasang dari TPA. Adanya dinamika atau penyusutan volume sampah beserta zona yang masih kosong merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan umur Pemanfaatan TPA Bantar Gebang.

METODOLOGI

Kondisi fisik lingkungan TPA

Penelitian menggunakan metode inventarisasi data primer dan sekunder, observasi lapangan dilanjutkan pengambilan contoh tanah dan air. Selanjutnya contoh tanah dan air dianalisis di laboratorium.

Penentuan Umur Teknis TPA

Cara penentuan umur teknis TPA didasarkan kepada oleh faktor-faktor sebagai berikut: (1) Luas zona sampah, (2) Ketinggian sampah aktual, (3) Ketinggian sampah yang direncanakan, (4) Laju pembuangan sampah dan (5) Laju penurunan sampah.

Sedangkan untuk menghitung umur teknis dilakukan dengan penyederhanaan permasalahan atau yang dikenal dengan pemodelan.

Untuk itu diperlukan asumsi-asumsi dasar sebagai berikut:

- Bentuk tumpukan dimodelkan dalam berbentuk persegi, setelah ketinggiannya dirata-ratakan,
- Sampah mengalami kebocoran sebesar 20%, sebagai dampak dari upaya pemulung dalam memperoleh manfaat dari sampah,
- Sampah yang masuk ke TPA diambil oleh pemulung, terutama komponen bahan non organik yang besarnya 25%. Hal ini didasarkan atas komposisi sampahnya,
- Sampah yang terdapat di landfill dilakukan dengan pemadatan yang paling tinggi sesuai dengan rekomendasi JICA sebesar 850

kg/m³, sehingga ketebalan sampah menjadi 45%,

- Tinggi sampah dibuat dalam berbagai skenario ketinggian. Rekomendasi JICA adalah setinggi 30 m, dengan tinggi rata-rata 23,3 m dihitung dari dasar konstruksi, kemudian dilanjutkan dengan berbagai skenario ketinggian,
- Tinggi sampah harian mengalami penyusutan sebesar 0,002 m per hari (hasil penelitian),
- Volume sampah harian adalah sebanyak 20.500 m³ ditambah dengan tanah urugan sebanyak 0,09% (ketebalan 15-20 cm setiap ketinggian sampah 2 m).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Lingkungan

Bantar Gebang terletak di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat bertopografi datar - bergelombang dengan bahan induk berupa vulkanik tua berumur tersier. Tanah yang terbentuk bertekstur halus didominasi oleh mineral lempung (*clay*) kaolinitik kaya dengan oksida besi yang merupakan hasil lapukan regolit dengan tanpa batuan vulkanik segar.

Tebal lapukan regolit ini dapat mencapai puluhan meter dengan struktur remah-pejal ke arah massif di lapisan atas dan anguler di lapisan bawah. Tekstur lempungan (*clayey*) di sepanjang regolit dengan tipe lempung kaolinitik bercampur oksida besi-aluminium. Secara fisik, sifat tanah ini lamban meluluskan air, drainasi terhambat, dan aliran kapiler juga lambat.

Watak penyaringan dan perembesan dakhil tanah yang lambat menyebabkan tanah ini cukup efektif dijadikan areal TPA melalui pemadatan lapisan tanah atasan, terlebih bila ditambahkan lapisan kedap

geomembran/geotextile yang memungkinkan air lindian dapat terisolasi dan tidak mencemari air tanah.

- a). Secara kimiawi tanah ini mempunyai Kapasitas pertukaran kation sedang hingga rendah yang diikuti oleh watak muatan terubahkan karena adanya sesquioksida yang bersifat amorf. Keadaan ini juga cukup mendukung fungsi penjerapan ion oleh tanah bila dikaitkan dengan proses pertukaran. Tanah yang relatif tua dengan sifat masam sangat berpotensi menjerap anion, seperti yang terkandung di dalam air lindian.
- b). Bentuk lahan berombak dengan perbedaan ketinggian yang berbeda-beda, menyebabkan adanya *head* sehingga aliran permukaan dapat berjalan lancar mengikuti alur alami ataupun buatan yang sengaja dibuat. Keberadaan cekungan yang terisolasi dimungkinkan oleh bentuk lahan yang berombak, dengan demikian akan ditemukan bentukan mikro rawa topogen yang juga dapat menjadi tempat berkumpulnya aliran permukaan dari daerah sekelilingnya. Air rawa ini dapat saja menjadi daerah resapan pengisian air tanah. Bila air rawa ini tercemar oleh air lindian, maka secara evolutif air tanahpun dapat mengalami pencemaran bahan terlarutkan yang berasal dari air lindian.
- c). Keberadaan sungai yang membelah TPA ini sangat berpotensi sebagai pengaliran alam dari air hujan, termasuk di dalamnya untuk pengaliran air lindian yang sekaligus dapat pula mempengaruhi sistem air tanah dangkal (akuifer).
- d). Meskipun air tanah cukup dalam (> 10 m) yakni dalam bentuk air aktif dari akuifer, pengisian akuifer ini

cenderung berasal dari lahan tadahan (*upper catchment*) yang disangga oleh air tanah di lahan bawahan yang bersifat rawa pantai di bagian utara yang merupakan satu kesatuan akuifer di daerah ini.

Kondisi Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di dalam dan sekitar lokasi TPA Bantar Gebang yang meliputi desa Ciketing Udik, Cikiwul dan Sumur Batu. Sedangkan pengambilan sampel di dalam TPA meliputi pengambilan sampel tanah pada zone penimbunan sampah yang sudah ditutup selama 5 tahun dan air lindiannya.

Sifat kimia tanah tidak mencerminkan pengaruh sampah terhadap tanah, mengingat pengambilan contoh tanah tidak mencapai zona timbunan sampah. Hasil analisis lebih mencerminkan watak asli timbunan tanah yang merupakan lapisan penutup dengan ketebalan sekitar 2 m. Keberadaan air lindian di tanah tampak pada peningkatan nilai DHL yang dapat mencapai $> 500 \mu\text{S cm}^{-1}$, berarti kadar ion terlarutkan telah mencapai $> 5 \text{ me\%}$.

Tanah asli upland tua dengan aerasi baik dan tidak mengandung ion terlarutkan pada umumnya mempunyai nilai DHL $< 50 \mu\text{S}$. Nilai pH tanah asli ini umumnya sekitar 4,5. Peningkatan pH tanah dapat disebabkan oleh pengaruh leachate, pengaruh abu bakaran sampah, atau akibat kegiatan budidaya pertanian yang memberikan pupuk dan kapur. Secara umum dapat dikatakan terdapat kesetimbangan watak tanah dan air tanah. Air tanah (sumur) di tanah seperti daerah Bantar Gebang ini tentu saja bersifat agak masam dan nilai DHL rendah, terutama pada musim kemarau/air hujan sangat sedikit.

Watak air sumur nampaknya sudah dipengaruhi oleh keberadaan limbah, baik berasal dari rumah tangga, atau dari leachate. pH dan DHL tanah

cenderung netral menunjukkan adanya sumber alkalinitas yang bukan berasal dari *original ground water body*.

Tabel 2. Hasil analisis tanah

Tempat	Kedalaman	C-org (%)	BO (%)	N (%)	C/N	pH	DHL (μScm^{-1})
Desa Ciketing Udik	0 - 40 cm	1.28	2.21	0.27	4.66	6.40	65
	40 - 80 cm	1.90	3.28	0.17	11.13	4.67	56
Desa Sumur Batu	0 - 40 cm	1.72	2.98	0.19	9.27	4.65	30
	40 - 80 cm	1.91	3.29	0.04	48.97	4.37	27
Desa Cikiwul	0 - 40 cm	2.04	3.52	0.18	11.13	5.10	35
	40 - 80 cm	1.98	3.41	0.10	21.79	5.40	34
Bero	0 - 40 cm	1.56	2.69	0.06	26.44	4.50	42
	2 m	1.08	1.87	0.11	9.93	4.88	503
Zone I TPA	7 m	1.45	2.51	0.25	5.73	5.30	233
	11 m	1.07	1.85	0.16	5.68	4.78	305

Tabel 3. Hasil analisis air tanah dan air lindian

Tempat	Kedalaman Air Tanah	pH	DHL ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Desa Ciketing Udik	11 m	5.01	200
Desa Sumur Batu	10 m	5.91	160
Desa Cikiwul	11 m	6.79	537
Bero	11 m	6.42	546
Zone I TPA	25 m	6.64	200
Air lindian	-	7.99	8.110

Hal ini mendukung fakta bahwa terdapat kandungan ion terlarutkan yang lebih besar dari semestinya. Air leachate yang diambil langsung dari IPAL menunjukkan akumulasi bahan terlarutkan yang cukup besar, secara kuantitatif dapat dikatakan bawa kandungan ion dalam leachate mencapai $> 80 \text{ me/l}$. Pengolahan limbah dapat menurunkan kandungan anion organik, tapi tidak berpengaruh pada kation basa yang komponen anionnya akan digantikan oleh ion karbonat dan bikarbonat (ditunjukkan oleh pH yang basis).

Kondisi lokasi zone I TPA yang telah ditutup selama sekitar 5 tahun memiliki kondisi tumpukan setebal 15 m dan telah mengalami pemadatan yang sangat kuat (BV tumpukan sampah adalah 0.85 g/cm^3). Hal ini terbukti bahwa diatas tumpukan tersebut telah dibuat jalan beraspal yang menghubungkan antara zone I dengan zone IV yang masih dipergunakan untuk penimbunan sampah. Tumpukan sampah dan tanah secara berlapis dengan perbandingan 2 m tumpukan sampah yang telah dipadatkan sampai dengan volume

terkecil ditutup dengan tanah setebal 1 m (BV tanah adalah 1.5 g/cm^3) kemudian dipadatkan sampai volume

terkecil sampai dengan setinggi 15 m (setelah mengalami pemadatan).

Tabel 4. Prakiraan volume sisa TPA Bantar Gebang yang belum dimanfaatkan

Zone	Luas efektif (ha)	Tinggi Potensial (m)	Tinggi aktual (m)	Tinggi sisa (m)	volume sisa (x 10.000 m ³)
I.	16,8	15	15	0	0
II.	11,3	15	3	12	135,6
III.	20,2	15	10	5	101
IV.	11,3	15	10	5	56,5
V.	12,3	15	3	12	147,6
Jumlah	71,9				440,7

Kapasitas ruang zona di TPA Bantar Gebang untuk menampung sampah tertanggal 10 Agustus 2002 sebesar 4,407 juta m³. Sampah yang masuk TPA memiliki kerapatan $0,35 \text{ g/cm}^3$, kemudian dilakukan pemadatan sehingga mencapai kerapatan $0,85 \text{ g/cm}^3$ dengan kata lain sampah setinggi 1 m dipadatkan menjadi 41 cm (JICA *cit* Sistem Pengelolaan TPA Bantar Gebang-Bekasi, 2000).

Tebal urugan tanah untuk pemadatan sepertiga ($1/3$) dari tumpukan akhir. Sampah yang dimanfaatkan oleh pemulung sebesar 5% volume sampah. Dengan demikian total volume sampah yang dapat masuk ke lokasi TPA Bantar Gebang sebesar 7,511 juta m³. Jika volume sampah yang masuk setiap hari sebesar 20.000 m³ maka lahan TPA Bantar Gebang masih dapat berfungsi efektif 375 hari mendatang sejak tanggal 10 Agustus 2002 atau sampai tanggal 20 Agustus 2003.

Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan Universitas Indonesia bekerjasama dengan Pusat Studi

Pembangunan & Lingkungan Unisma Bekasi dalam laporannya (2000) memperoleh umur teknis TPA Bantar Gebang adalah dengan 2 skenario:

1. Skenario I dengan menghitung seluruh potensi zona landfill yang masih tersisa pada ketinggian 25 m atau 20 m di atas permukaan tanah (Skenario rekomendasi JICA). Skenario I adalah ketinggian sampah sebesar 30 m dari dasar konstruksi sesuai rekomendasi JICA atau tinggi rata-rata 25 m diatas permukaan tanah. Berdasarkan ketinggian tumpukan sampah tersebut, dengan luas total sebesar 81,58 ha, maka umur teknis TPA adalah sebesar 1913,04 hari atau sekitar 5 tahun
2. Skenario II dengan menghitung seluruh potensi zona landfill yang masih tersisa atau ketinggian di bawah 20 m atau 15 m di atas permukaan tanah. Dengan skenario II ini seluruh zona masih dapat dioperasikan dengan umur teknis sebesar 1189,77 hari atau sekitar 3 tahun, 3 bulan.

Tabel 5. Umur Teknis TPA Berdasarkan Skenario I

Zona	Luas (m ²)	Tinggi Teknis Rata-rata T.t (m)	Tinggi aktual a (m)	Selisih (T.t - a) m	Tinggi harian (m) b	Susut harian (m) c	(b-c) (m)	Umur (X) (hari)
I	183.000	20	8,28	11,72	0,033	0,002	0,0308	380,68
II	177.000	20	6,91	13,09	0,036	0,002	0,0339	410,37
III	250.800	20	9,93	10,07	0,024	0,002	0,0219	459,33
IV	110.000	20	6,64	13,36	0,092	0,002	0,0904	254,26
V	95.000	20	(5,08)	25,08	0,063	0,002	0,0612	410,00
Jumlah	815.800							1913,04

Tabel 6. Umur Teknis TPA Berdasarkan Skenario II

Zona	Luas (m ²)	Tinggi Teknis Rata-rata T.t (m)	Tinggi aktual a (m)	Selisih (T.t - a)	Tinggi harian (m) b	Susut harian (m) c	(b-c) (m)	Umur (X) (hari)
I	183.000	15	8,28	6,72	0,033	0,002	0,0308	218,27
II	177.000	15	6,91	8,09	0,036	0,002	0,0339	253,62
III	250.800	15	9,93	5,07	0,024	0,002	0,0219	230,53
IV	110.000	15	6,64	8,36	0,092	0,002	0,0904	159,10
V	95.000	15	(5,08)	20,08	0,063	0,002	0,0612	328,25
Jumlah	815.800							1189,77

Dengan demikian usia teknis di atas memiliki sifat sebagai berikut:

1. Mengandung probabilitas sehingga bersifat relatif tidak absolut, karena terkait dengan asumsi-asumsi dasar, terutama menyangkut faktor penting pembentuk umur teknis
2. Usia teknis menunjukkan waktu efektif, bukan waktu kalender.

Namun demikian terdapat suatu aspek yang paling mengikat adalah batasan ketinggian rata-rata sampah, artinya batas ketinggian yang ditetapkan adalah cukup signifikan sebagai salah satu acuan dasar dalam penutupan suatu zona landfill. Hal ini akan berimplikasi pada monitoring ketinggian sampah pada masing-masing zona.

KESIMPULAN

Berdasar hasil analisis yang didapatkan pada saat ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Ditinjau dari lingkungan fisik, TPA Bantar Gebang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat cocok untuk lokasi landfill limbah rumah tangga (*domestic waste*)
2. Perencanaan TPA sudah sesuai dengan prosedur perlakuan landfill yang terisolasi
3. Namun demikian pemeliharaan dan monitoring yang dilaksanakan pengelola TPA belum sempurna sehingga air lindian masih ke luar dari lingkungan TPA yang akhirnya mempengaruhi kualitas air permukaan dan air tanah di sekitar TPA.
4. Berdasarkan prakiraan dengan mempertimbangkan laju

pembuangan sampah, sisa zonasi TPA yang ada, yang masih dapat menampung sampah sampai tahun 2003 adalah sebesar 4,4 juta meter kubik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreaottola, G and P. Cannas. 1992. Chemical and Biological Characteristics of Landfill Leachate. Elsevier Science Pub. Ltd, England
- Allen, H. And S. Eugene. 1987. Garbage Management in Japan. In form Inc. New York.
- Barnes, D., P.J. Bliss., B.W. Gould, and H.R. Vallentine. 1986. Water and Wastewater Engineering System. Longman Scientific & Technical, Sydney.
- Dalzell, H.W.; A.J. Biddlestone, K.R. Gray & K. Thurairajan. 1984. Soil management Compost production and use in tropical and subtropical environment Soil Researches, Management and Conservation Services. FAO Land & Watu Development Devision.
- Dinas Kebersihan Propinsi DKI Jakarta./ 1989. Perencanaan Detail Sanitary Landfill Bantar Gebang-Bekasi. Dinas Kebersihan Pemda DKI Jakarta.
- Gaur, A.C. 1983. A. manual of rural composting Project Field Document No. 15 Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hillel, D. 1991. *Research in Soil Physics: A Re-view*. Soil Science. 151: 30-34.
- Mahida, U.N. 1992. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Diterjemahkan oleh G.A. Ticoalu. Rajawali. Jakarta. xxvi + 543 h.
- Menzel, R.G. 1991. *Soil Science: The Environmental Challenge*. Soil Science. 151: 24-29.
- Pemda DKI Jakarta. Laporan Akhir Studi Andal Lokasi Pembuangan Akhir Sampah Bantar Gebang Bekasi.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 51 Tahun 1993. 1993. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Peraturan Pemerintah.
- Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan UI dan Pusat Studi Pembangunan & Lingkungan Unisma . 2002. Laporan Akhir Sistem Pengelolaan TYPA Bantar Gebang, Bekasi. Kerjasama PPSML UI dan PSPL Unisma dengan Pemerintah Propinsi DKI dan Pemerintah Kota Bekasi.
- Saraswati, S.P. 2001. Pengelolaan sampah. Laboratorium Teknik Penyehatan & Lingkungan.
- Schroeder, D. 1984. *Soils. Facts and Concepts*. Int. Potash Inst. Bern/Switzerland. 140 h.
- Taufiq A, M. 2002. Pengembangan Teknologi Pengelolaan Sampah yang berwawasan lingkungan. Development urban solid waste management workshop in Indonesia. Jakarta, 13-14 Mei 2002.

